

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. März 2004 (25.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/025097 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02B 37/04, 39/12

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010066

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. September 2003 (10.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 61 979.4 10. September 2002 (10.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): VOLKSWAGEN AG [DE/DE]; 38436 Wolfsburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KLOFT, Manfred [DE/DE]; Am Sohl 14, 38154 Königslutter (DE). NOODT, Florian [DE/DE]; Dr. Bockemüller-Ring 41, 38173 Sickinge (DE).

(74) Anwalt: ZEITLER, DICKEL, KANDBINDER; Her-
rnstr. 44, 80539 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

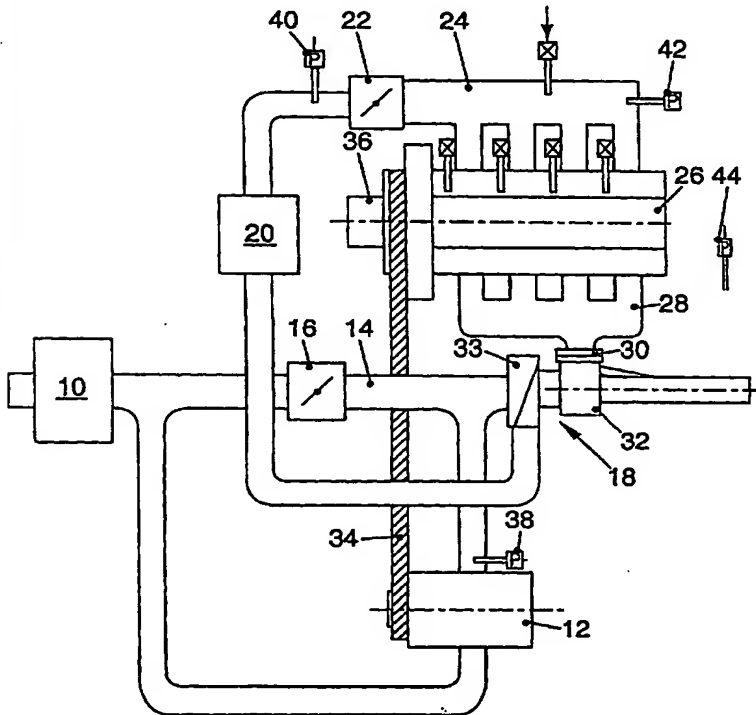
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine, especially an internal combustion engine for a motor vehicle, comprising an air path for intake air wherein a compressor (12), an exhaust gas turbocharger (18) and a throttle valve (22) are arranged. An outlet of the compressor (12) is connected to an inlet of the exhaust gas turbocharger (18). An air channel (14) is provided which bridges over the compressor (12). The throttle valve (22) is arranged downstream from the exhaust gas turbocharger (18). A compression throttle valve (16) is arranged in the air channel (14) which bridges over the compressor (12), said valve selectively continuously closes the air channel (14) which bridges over the compressor (12) and controls compression of the compressor (12). According to the inventive method for operating an internal combustion engine, the compressor is disconnected by fully opening the compression throttle valve and by separating a coupling between the compressor and the crankshaft, when the mass flow, which the exhaust gas compressor pumps as a result of an exhaust gas mass flow m_{abg} , exceeds the

pump volume of the compressor.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Luftpfad für Ansaugluft, in dem ein Kompressor (12), ein Abgasturbolader (18) und eine Drosselklappe (22) angeordnet sind, wobei ein Ausgang des Kompressors (12) mit einem Eingang des Abgasturboladers (18) verbunden ist, ein den Kompressor (12) überbrückender Luftkanal (14) vorgesehen ist und stromab des Abgasturboladers (18) die Drosselklappe (22) angeordnet ist. Hierbei ist in dem den Kompressor (12) überbrückenden Luftkanal (14) eine Verdichtungs-drosselklappe (16) angeordnet, welche ausschliesslich diesen den Kompressor (12) überbrückenden Luftkanal (14) wahlweise stufenlos schliesst und eine Verdichtung des Kompressors (12) steuert. Bei einem Verfahren zum Betreiben dieser Brennkraftmaschine ist es erfindungsgemäss vorgesehen, dass der Kompressor durch vollständiges Öffnen der Verdichtungs-drosselklappe und Abtrennen einer Kupplung zwischen Kompressor und Kurbelwelle abgeschaltet wird, sobald der Massenstrom, den der Abgasturbolader aufgrund eines Abgas-Massenstromes m_{abg} zu fördern vermag, das Fördervolumen des Kompressors übersteigt.

VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE

15

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Luftpfad für Ansaugluft, in dem ein Kompressor, ein Abgasturbolader und eine Drosselklappe angeordnet sind, wobei ein Ausgang des Kompressors mit einem Eingang des Abgasturboladers verbunden ist, ein den Kompressor überbrückender Luftkanal vorgesehen ist und stromab des Abgasturboladers die Drosselklappe angeordnet ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Brennkraftmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 2.

25

Beim Betrieb einer Brennkraftmaschine hat eine Füllungserfassung die Aufgabe, die Luftmasse im Brennraum möglichst genau und dynamisch richtig zu bestimmen, um eine Grundlage für die Einstellung von Stellgrößen zu liefern. Eine direkte Messung gibt es nicht. Die verschiedenen, bekannten Meßprinzipien sind wegen ihrer indirekten Meßmethode mehr oder weniger genau. Die gebräuchlichste Methode mit einem Heißfilmluftmassenmesser ist insbesondere bei aufgeladenen Motoren durch die ungenügende Nähe zum Brennraum dynamisch ungenau, da lange Wege im Luftpfad zu zeitlichen Verzögerungen und Speichereffekten führen. Zudem haben füllungsbeeinflussende Aktuatoren, wie beispielsweise Ladungsbewegungsklappe (LBK), Nockenwelle, Tankentlüftung, Abgasrückführung (AGR),

35

sowie die Komponenten Abgasturbolader (ATL), und Kompressor einen starken Einfluß auf die Füllung und somit auf die Stellgrößen des Motors.

Aus der EP 0 879 345 B1 ist eine aufgeladene Kolbenbrennkraftmaschine bekannt, die sowohl einen abgasgetriebenen Turbolader als auch einen mechanisch motorgetriebenen Kompressor aufweist, auf dessen Druckseite mit einer Saugseite des Turboladers verbunden ist. Zwischen dem Motor und dem mechanischen Kompressor ist eine lösbare Kupplung vorgesehen. In Abhängigkeit von einer Motordrehzahl sowie einer Motorlast wird die Kupplung zwischen Motor und dem mechanischen Kompressor in Eingriff gehalten, wobei die Kupplung blockiert wird, wenn die Motorlast ein vorbestimmtes Niveau unterschreitet. Wenn eine Abgasbremsvorrichtung betätigt wird, dann wird ein Eingreifen der Kupplung erlaubt ohne Rücksicht darauf, ob die Motorlast unterhalb des vorbestimmten Niveaus ist. Da der mechanische Kompressor nur bei niedrigen Drehzahlen betrieben werden soll, ist eine Umschaltklappe vorgesehen, die zwischen den Betriebsarten beide Lader aktiv oder nur Turbolader aktiv umschaltet, indem sie die entsprechenden Luftwege verschließt bzw. zuschaltet. Diese Umschaltklappe schaltet lediglich zwischen dem über den Kompressor laufenden Luftpfad und dem den Kompressor überbrückenden Luftpfad um. Daher wird zusätzlich eine zweite Regelklappe benötigt, die zum Regeln des mechanischen Laders eingesetzt wird und normalerweise eine Umluftregelung realisiert.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine doppelt aufgeladene Brennkraftmaschine der o.g. Art bzgl. des mechanischen Aufbaus und des Steuerverfahrens zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Brennkraftmaschine der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen sowie durch ein Verfahren der o.g. Art mit den in Anspruch 2 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Dazu ist es bei einer Brennkraftmaschine der o.g. Art erfindungsgemäß vorgesehen, daß in dem den Kompressor überbrückenden Luftkanal eine Verdichtungs-

drosselklappe angeordnet ist, welche ausschließlich diesen den Kompressor überbrückenden Luftkanal wahlweise stufenlos schließt und eine Verdichtung des Kompressors steuert.

- 5 Bei einem Verfahren der o.g. Art ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Kompressor durch vollständiges Öffnen der Verdichtungs-drosselklappe und Abtrennen einer Kupplung zwischen Kompressor und Kurbelwelle abgeschaltet wird, sobald der Massenstrom, den der Abgasturbolader aufgrund eines Abgas-Massenstromes \dot{m}_{Abg} zu fördern vermag, das Fördervolumen des Kompressors übersteigt.
- 10

Dies hat den Vorteil, daß in einem niedrigen Drehzahlbereich eine Aufladung durch den Kompressor realisiert ist und ab einer bestimmten Drehzahl, ab der der Abgasturbolader eine ausreichende Aufladung gewährleistet, der Kompressor abgeschaltet werden kann.

15

Zweckmäßigerweise wird im Volllastfall der Brennkraftmaschine die Verdichtungs-klappe vollständig geschlossen, bis der Abgasturbolader das Volumen hinter dem Kompressor leerzusaugen beginnt.

20

Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen. Diese zeigt in der einzigen Fig. eine schematische Darstellung des Luftpfades und einer Abgasseite einer doppelt aufgeladenen Brennkraftmaschine

25

Wie aus der einzigen Fig. ersichtlich, umfaßt die Brennkraftmaschine einen Luftpfad, in dem ein Luftfilter 10, ein Kompressor 12, ein den Kompressor 12 überbrückender Luftkanal 14, eine den Luftkanal 14 wahlweise verschließende Verdichtungs-drosselklappe 16, ein Abgasturbolader 18, ein Ladeluftkühler 20, eine Drosselklappe 22 und ein Saugrohr 24, welches in jeweilige Brennräume in einem Zylinderkurbelgehäuse 26 der Brennkraftmaschine mündet, angeordnet sind. An einem Abgaskrümmern 28 ist ein Wastegate 30 angeordnet, welches eine Turbine 32

30

des Abgasturboladers 18 mit einem Abgasstrom beaufschlagt. Der Abgasturbolader 18 umfaßt ferner einen Verdichter 33. Ein Ausgang des Kompressors 12 mündet in einen Eingang des Abgasturboladers 18. Der Kompressor 12 wird über einen Riemen 34 von einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine angetrieben. Hierbei ist der Antrieb des Kompressors 12 mittels einer Kupplung 36, beispielsweise einer Magnetkupplung, wahlweise von der Kurbelwelle trennbar. Das Konzept dieser Anordnung liegt darin, in einem niedrigen Drehzahlbereich eine Aufladung durch den Kompressor 12 zu realisieren und ab einer bestimmten Drehzahl, ab der der Abgasturbolader 18 eine ausreichende Aufladung gewährleistet, den Kompressor 12 abzuschalten. Jeweilige Sensoren 38, 40, 42 und 44 messen jeweils einen Druck p_{vATL} vor dem Abgasturbolader 18, einen Druck p_{vDK} vor der Drosselklappe 22, einen Druck p_s im Saugrohr 24 und einen Umgebungsdruck p_u .

In demjenigen Last- bzw. Drehzahlbereich, in dem der Abgasturbolader 18 allein den gewünschten Ladedruck nicht aufzubringen vermag, wird der Kompressor 12 zugeschaltet. Dessen Verdichtung wird mittels der Verdichtungs-drosselklappe 16 gesteuert. In diesem Bereich stellt das Wastegate 30 auf maximale Verdichtung des Abgasturboladers 18. Dabei wirkt die Drosselklappe 22 als Stellglied des Saugrohrdruckes p_s . Die Stellungen der beiden Klappen 16 und 22 werden in dem oben beschriebenen Massenstrom-Modell mittels Rückwärtsrechnung berechnet und aufeinander abgestimmt angesteuert. Sobald der Massenstrom, den der Abgasturbolader 18 aufgrund des Abgas-Massenstromes \dot{m}_{Abg} zu fördern vermag, das Fördervolumen des Kompressors übersteigt bzw. sobald der gewünschte Ladedruck vom Abgasturbolader 18 alleine einstellbar ist, wird der Kompressor 12 abgeschaltet. Die Verdichtungs-drosselklappe 16 wird vollständig geöffnet, um den Abgasturbolader 18 nicht zu drosseln. Die Einregelung der Verdichtung des Abgasturboladers erfolgt von diesem Punkt an über die Stellung des Wastegate-Ventils 30. Im Vollastfall wird die Drosselklappe 22 vollkommen geöffnet (Boostbetrieb), der Kompressor 12 eingekuppelt und die Verdichtungs-drosselklappe 16 voll geschlossen. Sobald der Abgasturbolader 18 das Volumen hinter dem Kompressor 12 leerzusaugen beginnt, übernimmt die Wastegate-Regelung

die Einstellung der Sollfüllung, bis die Sollfüllung erreicht ist. Bis zu diesem Punkt ist die Drosselklappe 22 vollständig geöffnet.

Patentansprüche:

5

1. Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Luftpfad für Ansaugluft, in dem ein Kompressor (12), ein Abgasturbolader (18) und eine Drosselklappe (22) angeordnet sind, wobei ein Ausgang des Kompressors (12) mit einem Eingang des Abgasturboladers (18) verbunden ist, ein den Kompressor (12) überbrückender Luftkanal (14) vorgesehen ist und stromab des Abgasturboladers (18) die Drosselklappe (22) angeordnet ist,
10 **dadurch gekennzeichnet,**
15 daß in dem den Kompressor (12) überbrückenden Luftkanal (14) eine Verdichtungs-drosselklappe (16) angeordnet ist, welche ausschließlich diesen den Kompressor (12) überbrückenden Luftkanal (14) wahlweise stufenlos schließt und eine Verdichtung des Kompressors (12) steuert.
- 20 2. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, welche gemäß Anspruch 1 ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kompressor durch vollständiges Öffnen der Verdichtungs-drosselklappe und Abtrennen einer Kupplung zwischen Kompressor und Kurbelwelle abgeschaltet wird, sobald der Massenstrom, den der Abgasturbolader aufgrund eines Abgas-Massenstromes \dot{m}_{Abg} zu fördern vermag, das Fördervolumen des Kompressors übersteigt.
- 25 3. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Vollastfall der Brennkraftmaschine die Verdichtungs-klappe vollständig geschlossen wird, bis der Abgasturbolader das Volumen hinter dem Kompressor leerzusaugen beginnt.
- 30

1/1

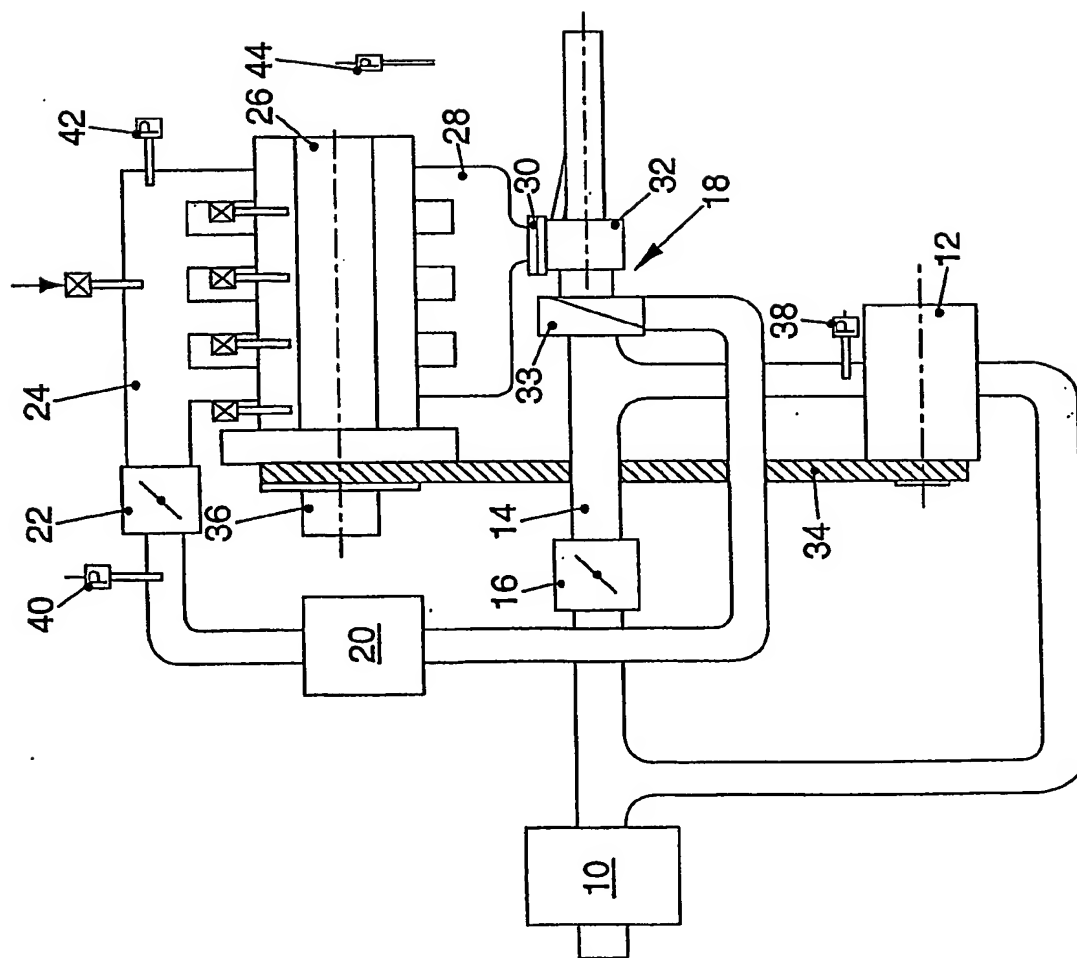


FIG.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/10066

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02B37/04 F02B39/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 903 488 A (SHIBATA NORIYOSHI) 27 February 1990 (1990-02-27)	1,2
Y	column 2, line 31 -column 3, line 5 column 5, line 5 - line 31 figure 1	3
Y	DE 32 05 721 A (VOLKSWAGENWERK AG) 25 August 1983 (1983-08-25) page 7, paragraph 3 -page 10, paragraph 2 figure 2	3
X	EP 0 879 345 A (VOLVO AB) 25 November 1998 (1998-11-25) cited in the application the whole document	1
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 January 2004

Date of mailing of the international search report

16/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Louchet, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/10066

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 818 310 A (SIEMENS AG) 21 June 2002 (2002-06-21) abstract figure 1	1
A	US 6 205 787 B1 (HALIMI EDWARD M ET AL) 27 March 2001 (2001-03-27) column 6, line 1 -column 8, line 3 figure 2	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/10066

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4903488	A	27-02-1990	JP 1092525 A	11-04-1989
DE 3205721	A	25-08-1983	DE 3205721 A1	25-08-1983
EP 0879345	A	25-11-1998	SE 510838 C2	28-06-1999
			DE 69712317 D1	06-06-2002
			DE 69712317 T2	28-11-2002
			EP 0879345 A1	25-11-1998
			SE 9600415 A	06-08-1997
			WO 9728361 A1	07-08-1997
FR 2818310	A	21-06-2002	DE 10062377 A1	27-06-2002
			FR 2818310 A1	21-06-2002
			US 2002083700 A1	04-07-2002
US 6205787	B1	27-03-2001	US 6029452 A	29-02-2000
			AU 8659998 A	23-04-1999
			BR 9813232 A	29-08-2000
			CN 1439800 A	03-09-2003
			CN 1439801 A	03-09-2003
			CN 1107794 B	07-05-2003
			EP 1042595 A1	11-10-2000
			JP 2001518590 T	16-10-2001
			WO 9917008 A1	08-04-1999
			AU 7599096 A	05-06-1997
			BR 9611556 A	29-06-1999
			EP 0861370 A1	02-09-1998
			JP 2000500544 T	18-01-2000
			US 6141965 A	07-11-2000
			WO 9718388 A1	22-05-1997